

⑯ **Offenlegungsschrift**
⑯ **DE 197 51 487 A 1**

⑯ Int. Cl. 6:
H 01 L 21/60
B 23 K 26/00
H 05 K 3/30
H 01 R 43/02

⑯ Aktenzeichen: 197 51 487.1
⑯ Anmeldetag: 20. 11. 97
⑯ Offenlegungstag: 2. 6. 99

⑯ Anmelder:
Pac Tech - Packaging Technologies GmbH, 14641
Nauen, DE
⑯ Vertreter:
Patentanwälte Böck + Tappe Kollegen, 97074
Würzburg

⑯ Erfinder:
Momeni, Kaveh, Dr.-Ing., 10961 Berlin, DE
⑯ Entgegenhaltungen:

DE 1 95 04 967 A1
DE 44 46 289 A1
DE 41 11 247 A1
DD 1 40 942
GB 22 44 374 A
EP 07 58 145 A2
EP 03 26 020 A2
EP 01 13 895 A1

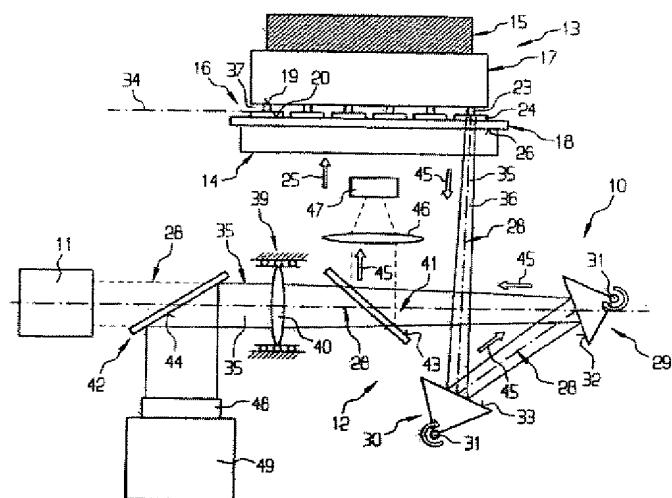
EPP, Januar/Februar 1992, S. 28;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur thermischen Verbindung von Anschlußflächen zweier Substrate

⑯ Verfahren zur thermischen Verbindung von in einer Überdeckungslage angeordneten Anschlußflächen (19, 20) zweier Substrate (17, 18), wobei zumindest ein Substrat (18) transparent ausgebildet ist, und eine Beaufschlagung der Anschlußflächen (19, 20) mit Laserenergie von einer Rückseite (26) des transparenten Substrats (18) her erfolgt, wobei jede der zwischen zwei Anschlußflächen (19, 20) der gegenüberliegenden Substrate (17, 18) ausgebildeten Kontaktpaarungen (37) separat mit Laserenergie beaufschlagt wird.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermischen Verbindung von in einer Überdeckungslage angeordneten Anschlußflächen zweier Substrate, wobei zumindest ein Substrat transparent ausgebildet ist und eine Beaufschlagung der Anschlußflächen mit Laserenergie von einer Rückseite des transparenten Substrats her erfolgt. Des weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur Herstellung einer thermischen Verbindung von in einer Überdeckungslage angeordneten Anschlußflächen zweier Substrate gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 8.

Im vorliegenden Fall wird der Begriff Substrat so verstanden, daß hierunter sämtliche Bauelemente fallen, die mit einer Leiterbahnstruktur und äußeren Anschlußflächen zur Kontaktierung versehen sind; also beispielsweise Chips ebenso wie Leiterplatten. Ein bevorzugtes Anwendungsbereich der hier vorgeschlagenen Verfahren bzw. Einsatzgebiet der hier vorgeschlagenen Vorrichtungen liegt in der Flip-Chip-Technologie sowie auch im Bereich der SMD(Surface Mounted Device)-Technologie.

Verfahren zur Verbindung bzw. Kontaktierung von in einer Überdeckungslage angeordneten Anschlußflächen zweier Substrate, bei denen Laserenergie zur Erzeugung der für die Verbindung notwendigen Wärme im Bereich der aus den Anschlußflächen gebildeten Kontaktpaarungen eingesetzt wird, sind bereits bekannt. So zeigt beispielsweise die DE 44 46 298 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur thermischen Verbindung von Anschlußflächen zweier Substrate, bei dem bzw. der zur Einleitung der Laserenergie in die Kontaktpaarungen der Anschlußflächen eine rückwärtige Energiebeaufschlagung durch ein transparentes Substrat erfolgt. Hierbei wird zur Ausbildung des Strahlengangs zwischen einer Laseremissionseinrichtung und dem rückwärtig zu beaufschlagenden Substrat eine Lichtleitfaser verwendet, die in ihrem Querschnitt so bemessen ist, daß eine gleichzeitige Beaufschlagung sämtlicher Kontaktpaarungen mit der aus dem Endquerschnitt der Lichtleitfaser emittierten Laserstrahlung möglich ist. Um das unter dem Begriff "self-alignment" bekannte Phänomen der sich infolge der Oberflächenspannung der aufgeschmolzenen Kontaktpaarungen ergebenden Änderungen der Relativposition der zu verbindenden Substrate ausnutzen zu können, liegen bei dem bekannten Verfahren die Anschlußflächen der Substrate ohne zusätzliche Druckbelastung, in ihrer Relativposition lediglich durch das Eigengewicht des oberen Substrats gesichert, gegeneinander an.

Bei dem aus der DE 44 46 289 A1 bekannten Verfahren wird die zur Herstellung der thermischen Verbindung zwischen den Anschlußflächen benötigte Wärmeenergie im wesentlichen durch eine Abstimmung der Transparenz des Substratmaterials und des Absorptionsvermögens des auf den Anschlußflächen angeordneten Verbindungsmaterials erreicht. Hieraus ergeben sich Einschränkungen bezüglich der freien Auswahl für das Substratmaterial und das Verbindungsmaterial.

Aus JP 4-91 493 A in: "Patent Abstracts of Japan", 1992 ist ein Verfahren bekannt, bei dem zur thermischen Verbindung von Anschlußflächen zweier Substrate eine rückwärtige Beaufschlagung eines transparenten Substrats durch eine transparente Druckplatte hindurch erfolgt, mit dem die Anschlußflächen der Substrate in Anlage gegeneinander gebracht werden. Als Druckplatte wird hierbei eine transparente Glasplatte verwendet. Die Laserenergiebeaufschlagung erfolgt bei diesem Verfahren abweichend von dem aus der DE 44 46 289 A1 bekannten Verfahren nicht für alle Kontaktpaarungen der Anschlußflächen gleichzeitig, sondern vielmehr sequentiell, wobei jeweils mehrere Kontakt-

paarungen zu einer Einheit zusammengefaßt sind, die einheitlich mit Laserenergie beaufschlagt wird.

Bei dem bekannten Verfahren ermöglicht die Verwendung der transparenten Glasplatte zwar die Übertragung eines Anpreßdrucks auf die miteinander Kontaktpaarungen bildenden Anschlußflächen der Substrate. Jedoch kann es aufgrund von Fertigungsengenauigkeiten, die beispielsweise zu unterschiedlichen Höhen der auf den Anschlußflächen ausgebildeten Kontaktmetallisierungen führen können, dazu kommen, daß ein Teil der einander gegenüberliegenden Anschlußflächen keinen Berührungskontakt hat und so ein nur unzureichender thermischer Energieeintrag in die betreffenden Kontaktpaarungen erfolgt, was zu Kontaktfehlern mit der möglichen Folge eines Bauteilversagens im Betrieb der miteinander kontaktierten Substrate führen kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung vorzuschlagen, das bzw. die eine verbesserte Kontaktierung von Anschlußflächen zweier Substrate und damit eine erhöhte Zuverlässigkeit im Betrieb derartiger Substrate ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird jede der zwischen zwei Anschlußflächen der gegenüberliegenden Substrate ausgebildeten Kontaktpaarungen separat mit Laserenergie beaufschlagt. Hierdurch wird die Möglichkeit geschaffen, den Strahlengang, insbesondere die Fokussierung der Laserstrahlung, so einzustellen, daß eine für die jeweilige Kontaktpaarung optimale Energiebeaufschlagung erfolgt. Durch die Fokussierung der Laserstrahlung auf die jeweilige Kontaktpaarung wird auch nur ein entsprechend geringer Anteil des Substratmaterials mit Laserenergie beaufschlagt, so daß eine an sich unerwünschte Temperaturbelastung des Substratmaterials auf ein Minimum begrenzt wird. Demzufolge wirkt sich das auch bei einem transparenten Substratmaterial vorhandene Rest absorptionsvermögen weniger stark aus als bei einer ganzflächigen Beaufschlagung des Substratmaterials.

Als besonders vorteilhaft erweist es sich, wenn die von einer Laseremissionseinrichtung emittierte Strahlungsenergie in einem Strahlengang über eine erste Schwenkspiegeleinrichtung auf eine zweite Schwenkspiegeleinrichtung und von der zweiten Schwenkspiegeleinrichtung auf eine Kontaktpaarung umgelenkt wird. Durch die vorgenannte zweifache Umlenkung des Strahlengangs ist es möglich, die Laseremissionseinrichtung und die aus den beiden Substraten bestehende Substratanordnung beliebig relativ zueinander zu positionieren. Insbesondere ist es möglich, ausgehend von einer stationären Anordnung der Laseremissionseinrichtung und der Substratanordnung nacheinander folgend jede Kontaktpaarung der Anschlußflächen gezielt zu beaufschlagen, ohne die Positionierung der Laseremissionseinrichtung oder der Substratanordnung verändern zu müssen.

Neben der vorgenannten, durch eine separate Beaufschlagung der einzelnen Kontaktpaarungen erzielten Verbesserung der Kontaktqualität zwischen einander zugeordneten Anschlußflächen der Substrate ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren nach Anspruch 3 eine weitere Lösung der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe.

Bei dem Verfahren nach Anspruch 3 werden die Anschlußflächen der Substrate mittels einer auf die Substrate wirkenden Andruckeinrichtung gegeneinander gedrückt, wobei zwischen einer transparenten Krafteinleitungeinrichtung der Andruckeinrichtung und einer Rückseite eines Substrats ein transparentes, inkompressibles und verformbares Volumen angeordnet ist. Dabei wirkt das vorgenannte Volumen aufgrund seiner Verformbarkeit wie ein Druckkissen, das eine flüssigkeitsdruckanaloge Druckbeaufschlagung

gung des betreffenden Substrats ermöglicht. Hierdurch werden, anders als bei einer Druckbeaufschlagung, mittels einer starren Druckplatte Verformungen des Substrats möglich, die der Ausbildung von Spalten zwischen Anschlußflächen von Kontaktpaarungen entgegenwirken und so beispielsweise durch Fertigungsgenauigkeiten erzeugte Höhendifferenzen von auf den Anschlußflächen angeordneten Kontaktmetallisierungen ausgleichen können.

Als besonders vorteilhaft erweist es sich, wenn im Strahlengang zwischen der Laseremissionseinrichtung und der Kontaktpaarung eine Fokussierungseinrichtung in Abhängigkeit von Winkelbewegungen einer Schwenkspiegeleinrichtung axial verfahren wird. Hierdurch wird es möglich, Änderungen des Strahlengangs, insbesondere Verlängerungen des Strahlenganges oder Verkürzungen des Strahlenganges, vorzunehmen, ohne daß eine Defokussierung der Laserstrahlung betreffend die jeweilig mit Laserenergie beaufschlagte Kontaktpaarung die Folge wäre.

Wenn zur Kontrolle der Fokussierung des Strahlengangs auf die jeweilige Kontaktpaarung eine Messung der von der Kontaktpaarung emittierten Infrarot-Strahlung erfolgt, kann auf einfache Art und Weise die Fokussierung überwacht werden.

Auch ist es möglich, zur Kontrolle der Fokussierung des Strahlengangs auf die jeweilige Kontaktpaarung eine optische Überwachung der Kontaktpaarung mittels einer Kameraeinrichtung durchzuführen, wozu eine Auskopplung des sichtbaren Lichts aus dem Strahlengang erfolgt. Durch Verwendung ein und desselben Strahlengangs sowohl zur Energiebeaufschlagung der Kontaktpaarung als auch zur Überwachung der korrekten Fokussierung der Laserstrahlung auf die Kontaktpaarung wird die Überwachung mit minimalem zusätzlichen apparativen Aufwand möglich. Darüber hinaus sind wegen der vorgenannten Doppelnutzung des Strahlengangs auch keine optischen Übertragungsfehler möglich, die Abweichungen zwischen der tatsächlichen Fokussierung und der ermittelten Fokussierung möglich machen würden.

Zur Kontrolle der Fokussierung der Laserstrahlung auf die Kontaktpaarung hat sich auch ein Verfahren als vorteilhaft erwiesen, bei dem dem Strahlengang der Laseremissionseinrichtung, die als eine vorzugsweise im Impulsbetrieb betriebene Leistungslasereinrichtung ausgeführt ist, der Strahlengang eines relativ schwachen Pilotlasers, der permanent emittiert, überlagert wird, um eine Kontrolle der Fokussierung des Strahlengangs des Leistungslasers mittels einer Kontrolle der Fokussierung des Strahlengangs des Pilotlasers zu ermöglichen. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, daß aufgrund der übereinstimmenden Wellenlängen von Pilotlaser und Leistungslaser keine Fokussierungsfehler infolge von Phasenverschiebungen der emittierten Laserstrahlung auftreten können. Als Pilotlaser kann dabei eine in bzw. an der Laseremissionseinrichtung installierte Laserdiode verwendet werden. Als Kamera wird besonders vorteilhaft eine Infrarot-Kamera eingesetzt.

Eine weitere, besonders vorteilhafte Variante des Verfahrens besteht darin, zur Kontrolle der in der Kontaktpaarung effektiven Laserleistung eine Überwachung der Kontaktpaarung mittels der Kameraeinrichtung und eine Messung der von dieser Kontaktpaarung emittierten Infrarot-Strahlung durchzuführen. Diese Art der Kontrolle erweist sich als besonders genau, da ein sich auf das Ergebnis der Leistungskontrolle durch Messung der Infrarot-Emission entscheidend auswirkender Parameter, nämlich die Fokussierung der Kontaktpaarung, berücksichtigt wird. Hierdurch kann beispielsweise verhindert werden, daß eine lediglich durch eine Defokussierung verursachte unzureichende Laserleistung durch eine Erhöhung der Laserenergie ausgeglichen wird, obwohl an sich eine Korrektur der Fokussierung ohne Erhö-

hung der Laserenergie ausreichend wäre, um den notwendigen Energieeintrag in die Kontaktpaarung zu erzielen.

Eine zur Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe geeignete Vorrichtung weist die Merkmale des Anspruchs 8 auf.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist eine Strahlungsübertragungseinrichtung zur Ausbildung eines zumindest zweifach umgelenkten Strahlengangs von der Laseremissionseinrichtung zur Kontaktpaarung mit einer ersten und einer zweiten Schwenkspiegeleinrichtung auf.

Dieser besondere Aufbau der Strahlungsübertragungseinrichtung ermöglicht eine stationäre Positionierung der Laseremissionseinrichtung und der aus den miteinander zu kontaktierenden Substraten gebildeten Substratanordnung,

die während der aufeinanderfolgenden Kontaktierung sämtlicher Kontaktpaarungen der Anschlußflächen der einander gegenüberliegend angeordneten Substrate aufrecht erhalten werden kann. Darüber hinaus ermöglicht der vorgenannte, erfindungsgemäße Aufbau der Strahlungsübertragungseinrichtung eine separate Energiebeaufschlagung sämtlicher Kontaktpaarungen, so daß bei jeder Kontaktpaarung der jeweils optimale Strahlengang zur Erzielung eines entsprechend optimalen Kontaktierungsergebnisses einstellbar ist.

Eine weitere erfindungsgemäße Vorrichtung weist die Merkmale des Anspruchs 9 auf.

Bei dieser Vorrichtung ist eine auf die Substrate wirkende Andruckeinrichtung vorgesehen, die zumindest eine transparente Krafteinleitungseinrichtung aufweist, welche zumindest im Kontaktbereich zu einer Rückseite eines Substrats mit einem transparenten, inkompressiblen und verformbaren Volumen versehen ist. Hierdurch wird zwischen der Krafteinleitungseinrichtung und der Substratrückseite eine Art Druckkissen gebildet, das eine, wie vorstehend bereits ausgeführt wurde, flüssigkeitsdruckanaloge Beaufschlagung des Substrats mit entsprechender Substratverformung ermöglicht.

Als besonders vorteilhaft erweist es sich, wenn zur Ausbildung des transparenten, inkompressiblen und verformbaren Volumens die Krafteinleitungseinrichtung mit einer Lage aus Kunststoff belegt ist.

Um die Wirksamkeit des transparenten, inkompressiblen und verformbaren Volumens hinsichtlich einer flüssigkeitsdruckanalogen Beaufschlagung der Rückseite des Substrats zu erhöhen, kann das Volumen mit einer quer zur Andruckrichtung wirksamen Verformungsbegrenzungseinrichtung versehen sein.

Um auch bei einer Änderung des Strahlengangs, insbesondere bei einer Verlängerung oder Verkürzung des Strahlengangs, eine exakte Fokussierung der Kontaktpaarungen zu ermöglichen, erweist es sich als vorteilhaft, im Strahlengang zwischen der Laseremissionseinrichtung und der Kontaktpaarung eine axial im Strahlengang verfahrbare Fokussierungseinrichtung anzuordnen. Diese kann zur Kompensation einer Verkürzung oder Verlängerung des Strahlengangs beispielsweise eine Sammellinse aufweisen.

Wenn die Fokussierungseinrichtung im Strahlengang zwischen der ersten Schwenkspiegeleinrichtung und der Laseremissionseinrichtung angeordnet ist, lassen sich sowohl von der ersten Schwenkspiegeleinrichtung als auch von der zweiten Schwenkspiegeleinrichtung verursachte Defokussierungen durch die Fokussierungseinrichtung kompensieren.

Als besonders vorteilhaft erweist es sich, wenn zwischen der Laseremissionseinrichtung und der Fokussierungseinrichtung eine Strahlungsauskopplungseinrichtung im Strahlengang angeordnet ist zur Auskopplung und Umlenkung des sichtbaren Lichts aus dem Strahlengang in eine Kameraeinrichtung. Hierdurch ist eine unmittelbare optische Über-

wachung der Fokussierung der Laserstrahlung auf die jeweilige Kontaktpaarung möglich.

Nachfolgend wird eine Ausführungsform einer erfundungsgemäßen Vorrichtung, die zur Durchführung einer Variante des erfundungsgemäßen Verfahrens geeignet ist, unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Ausführungsform einer Vorrichtung zur thermischen Kontaktierung zweier in einer Andruckeinrichtung angeordneter Substrate;

Fig. 2 eine weitere Ausführungsform einer Vorrichtung zur thermischen Kontaktierung zweier in einer Andruckeinrichtung angeordneter Substrate;

Fig. 3 eine weitere Ausführungsform der in den **Fig. 1** und **2** dargestellten Andruckeinrichtung;

Fig. 4 einen besondere Anwendung des Verfahrens.

Fig. 1 zeigt eine Laserverbindungsvorrichtung **10** mit einer Laseremissionseinrichtung **11**, einer Strahlungsübertragungseinrichtung **12** und einer Substrataufnahmeeinrichtung **13**. Die Substrataufnahmeeinrichtung **13** umfasst im vorliegenden Fall eine Andruckeinrichtung **14** und eine Gegenhalteeinrichtung **15**.

Die Substrataufnahmeeinrichtung **13** dient zur Aufnahme einer Substratanordnung **16** aus zwei Substraten **17**, **18**, die mit einer hier nicht näher dargestellten Leiterbahnstruktur versehen sind und äußere Anschlüsse **19** bzw. **20** zur Kontaktierung aufweisen. Im vorliegenden Fall handelt es sich bei dem Substrat **17** um einen mit einer peripheren Anschlußflächenanordnung **21** versehenen Chip, dessen Anschlüsse **19** mit den Anschläßen **20** des ebenfalls eine periphere Anschlußflächenanordnung **22** aufweisenden Substrats **18** kontaktiert werden sollen. Bei dem Substrat **18** handelt es sich im vorliegenden Fall um eine Trägerplatine, deren Anschlüsse **20** mit den Anschläßen **19** verbunden werden sollen. Hierzu sind die Anschlüsse **19** und **20** mit erhöhten Kontaktmetallisierungen **23** bzw. **24** versehen, die das für eine thermische Verbindung benötigte Verbindungsmaterial bereitstellen.

Um für die nachfolgende thermisch bewirkte, stoffschlüssige Verbindung zwischen den Anschlußflächen **19** des Substrats **17** und den Anschlußflächen **20** des Substrats **18** einen möglichst spaltfreien Berührungs kontakt herzustellen, ist die Andruckeinrichtung **14** in Richtung des Pfeils **25** gegen eine Rückseite **26** des unteren Substrats **18** bewegbar, wobei der notwendige Gegendruck durch die Gegenhalteeinrichtung **15** aufgebracht wird.

Die Gegenhalteeinrichtung **15** kann gleichzeitig als Handhabungseinrichtung ausgebildet sein, die dazu dient, das Substrat **17** aus einer hier nicht näher dargestellten Bereitstellungsposition in die in **Fig. 1** dargestellte Kontaktierungsposition zu überführen. Die hierzu notwendige Hafung zwischen dem Substrat **17** und der als Handhabungseinrichtung ausgeführten Gegenhalteeinrichtung **15** kann beispielsweise über einen zwischen der Gegenhalteeinrichtung **15** und dem Substrat **17** anliegenden Unterdruck erzeugt werden.

Die Andruckeinrichtung **14** sowie das auf der Andruckeinrichtung **14** angeordnete Substrat **18** weisen eine für die Wellenlänge einer aus der Laseremissionseinrichtung **11** emittierten Laserstrahlung **27** transparente Zusammensetzung auf.

Zwischen der Laseremissionseinrichtung **11** und der Substratanordnung **16** in der Substrataufnahmeeinrichtung **13** ist die Strahlungsübertragungseinrichtung **12** mit zwei Schwenkspiegeleinrichtungen **29** und **30** angeordnet. Wie aus **Fig. 1** deutlich wird, weisen die Schwenkspiegeleinrichtungen **29**, **30** jeweils eine um eine quer zu einem Strahlengang **28** verlaufende Schwenkachse **31** und eine parallel

zum Strahlengang verlaufende Schwenkachse **38** um zwei Raumachsen verschwenkbare Spiegelfläche **32** bzw. **33** auf. Durch die mittels der zwei Schwenkspiegeleinrichtungen **29**, **30** bewirkte doppelte Umlenkung des Strahlengangs **28** wird ausgehend von einem im wesentlichen parallel zu einer Verbindungsebene **34** der Substratanordnung **16** verlaufenden Strahlengangabschnitt **35** ein im wesentlichen quer zur Verbindungsebene **34** verlaufender Strahlengangabschnitt **36** möglich. Dabei ermöglicht eine Schwenkbewegung der im Strahlengang **28** der ersten Schwenkspiegeleinrichtung **29** nachfolgend angeordneten zweiten Schwenkspiegeleinrichtung **30** bei entsprechender Winkelnachführung der ersten Schwenkspiegeleinrichtung **29** eine einander nachfolgende separate Beaufschlagung sämtlicher der aus jeweils zwei Anschläßen **19** und **20** gebildeten Kontaktpaarungen **37** mit Laserenergie. Dabei können sowohl die Laseremissionseinrichtung **11** bzw. die in der Substrataufnahmeeinrichtung **13** angeordnete Substratanordnung **16** ihre Position unverändert beibehalten.

Aufgrund der transparenten Ausbildung der Andruckeinrichtung **14** sowie des Substrats **18** erfolgt die Beaufschlagung jeder Kontaktpaarung **37** durch die Andruckeinrichtung **14** und das Substrat **18** hindurch. Wegen des Strahlungsabsorptionsverhaltens der Anschlußflächen **20** kommt es zu einer Erwärmung und einem zumindest teilweisen Aufschmelzen der Kontaktmetallisierungen **23**, **24** mit einer nachfolgenden stoffschlüssigen Verbindung zwischen den Anschläßen **19** und **20**.

Aus der in **Fig. 1** gewählten Darstellung, die als Beispiel für die einander nachfolgende Beaufschlagung sämtlicher Kontaktpaarungen **37** eine Laserenergiebeaufschlagung einer am rechten Rand der Substratanordnung **16** angeordneten Kontaktpaarung **37** zeigt, wird deutlich, daß eine bezogen auf den Abstand zwischen der Spiegelfläche **33** und der Kontaktpaarung **37** eingestellte Brennweite, die eine exakte Fokussierung der Laserstrahlung **27** auf die Kontaktpaarung **37** ermöglicht, beispielsweise bei einer Energiebeaufschlagung einer am linken Rand der Substratanordnung **16** angeordneten Kontaktpaarung **37** wegen des verlängerten Strahlengangabschnitts **36** angepaßt werden muß. Hierzu ist im Strahlengangabschnitt **35** eine axial im Strahlengang verfahrbare Fokussierungseinrichtung **39** mit einer Sammellinse **40** vorgesehen.

Bei dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel der Laserverbindungsvorrichtung **10** sind in den Strahlengang **28** zwei Strahlungsauskopplungseinrichtungen **41** und **42** eingesetzt, die jeweils in Emissionsrichtung der Laseremissionseinrichtung **11** für die Laserstrahlung **27** durchlässig sind, jedoch von der jeweiligen Kontaktpaarung **37** emittierte bzw. reflektierte Strahlungsanteile entsprechend dem jeweils gewählten Anstellwinkel einer jeweiligen Spiegelfläche **43** bzw. **44** reflektieren. Die Strahlungsauskopplungseinrichtung **41** reflektiert, wie in **Fig. 1** dargestellt, über die Spiegelfläche **43** einen von der Kontaktpaarung **37** infolge deren Erwärmung emittierten Infrarot-Strahlungsanteil **45** nach vorheriger Bündelung durch eine Sammellinse **46** in einen Infrarot-Detektor **47**. Die Strahlungsauskopplungseinrichtung **42** reflektiert den von der Kontaktpaarung **37** durch das transparente Substrat **18** und die transparente Andruckeinrichtung **14** reflektierten Anteil des im Strahlengang **28** vorhandenen sichtbaren Lichts über die Spiegelfläche **44** in eine Objektivlinse **48** einer Kameraeinrichtung **49** und ermöglicht somit mittels der Kameraeinrichtung **49** eine Überwachung der Kontaktpaarung **37**.

In der in **Fig. 1** dargestellten Kombination mit der Fokussierungseinrichtung **39** eignet sich die Kameraeinrichtung **49** insbesondere im Zusammenwirken mit einer Bildverarbeitungseinrichtung zur Definition einer auf die Fokussie-

rungseinrichtung 39 wirkenden Stellgröße nicht nur zu einer Überwachung der exakten Fokussierung der Laserstrahlung 27 auf die jeweilige Kontaktpaarung 37, sondern vielmehr auch zur Verstellung der Fokussierungseinrichtung. Basierend auf einer exakten Fokussierung der Laserstrahlung 27 auf die Kontaktpaarung 37 kann dann mittels des Infrarot-Detektors 47 eine Kontrolle der in der Kontaktpaarung 37 effektiven Laserleistung durchgeführt werden.

Fig. 2 zeigt die Laserverbindungsseinrichtung 10 mit einer Strahlungsübertragungseinrichtung 56, die gegenüber der Strahlungsübertragungseinrichtung 12 in Fig. 1 einen abweichenden Aufbau mit geänderter Anordnung des Infrarot-Detektors 47 aufweist. Ansonsten werden in der in Fig. 2 dargestellten Laserverbindungsseinrichtung 10 entsprechend den identisch verwendeten Bezugszeichen auch identisch verwendete Komponenten eingesetzt. Wie aus einem Vergleich der Fig. 1 und 2 deutlich wird, befinden sich die Schwenkspiegeleinrichtungen 29 und 30 in geänderter Relativanordnung, derart, daß die Schwenkspiegeleinrichtung 29 ihre Position beibehalten hat und die Schwenkspiegeleinrichtung 30 nunmehr unterhalb der Schwenkspiegeleinrichtung 29 angeordnet ist. Ferner ist anstatt der Strahlungsauskopplungseinrichtung 41 eine Strahlungsauskopplungseinrichtung 57 mit einer für Infrarot-Strahlung transparenten und für die Laserstrahlung 27 der Laseremissionseinrichtung 11 hoch reflektierenden Spiegelfläche 58 vorgesehen. Hierdurch wird es möglich, wie aus Fig. 2 ersichtlich, den Infrarot-Detektor 47 ohne Strahlengangumlenkung direkt auf der optischen Achse der vom Anschluß 20 reflektierten Infrarot-Strahlung anzuordnen. Insgesamt wird durch die in Fig. 2 dargestellte Anordnung eine genauere Erfassung des Infrarot-Strahlungsanteils 45 möglich.

Fig. 3 zeigt eine gegenüber der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Andruckeinrichtung 14 variierte Andruckeinrichtung 50 mit einer transparenten und starr ausgebildeten Krafteinleitungseinrichtung 51, die beispielsweise aus Glas oder einem transparenten Epoxydharz gebildet sein kann. Zwischen der Krafteinleitungseinrichtung 51 und der Rückseite 26 des Substrats 18 befindet sich ein transparentes, inkompressibles und darüber hinaus verformbares Volumen, das im vorliegenden Fall als Silikonkissen 52 ausgebildet ist. Das Silikonkissen 52 wird im vorliegenden Fall von einer Aufnahme 53 der Krafteinleitungseinrichtung 51 aufgenommen, wobei die Aufnahme 53 durch einen umlaufenden Randsteg 54 der Krafteinleitungseinrichtung 51 gebildet ist.

Bei einer durch die Kraftpfeile 55 angedeuteten Druckbeaufschlagung der Substratanordnung 16 durch die Krafteinleitungseinrichtung 51 zeigt das durch das Silikonkissen 52 gebildete, inkompressive und verformbare Volumen ein flüssigkeitsanaloges Druckverhalten, so daß beispielsweise Abweichungen in den Höhen h und h_1 der Kontaktmetallisierungen 23 des Substrats 17 durch eine entsprechende Verformung des Substrats 18 kompensiert werden. Dabei dient der Randsteg 54 als quer zur Druckrichtung wirkende Verformungsbegrenzung.

Wie Fig. 3 zeigt, wird durch die Verwendung des Druckkissens 52 eine Ausbildung von Spalten zwischen den Kontaktmetallisierungen 23 und 24 der einander gegenüberliegend angeordneten Substrate 17 und 18 trotz Abweichungen in den Höhen h und h_1 der Kontaktmetallisierungen 23 verhindert. Aus dem Vorstehenden wird deutlich, daß die Anordnung eines transparenten, inkompressiven und verformbaren Volumens in einer Andruckeinrichtung bei Durchführung einer Kontaktierung von einander gegenüberliegenden Anschlüssen zweier Substrate auch unabhängig von der Art der Beaufschlagung der Anschlußflächen mit Laserenergie, also sowohl bei separater als auch bei gemeinschaftlicher Beaufschlagung der Anschlußflächen mit Laserenergie,

wirksam die Qualität der Kontaktierung verbessert, da in jedem Fall einer Spaltbildung zwischen den Anschlüssen entgegengewirkt wird.

Die anhand der vorstehenden Ausführungsbeispiele beschriebenen Verfahrensvarianten sowie die dabei eingesetzten Vorrichtungen lassen sich unter anderem vorteilhaft bei der Herstellung von Chipkarten sowie der Herstellung von gehäuseten, insbesondere nach der "Chip Scale Packaging"-Technologie hergestellten Chipmodulen verwenden. Unabhängig von der jeweiligen Verfahrensvariante oder dem jeweiligen Ausführungsbeispiel der Vorrichtung lassen sich auch Verbindungen eines insbesondere als Chip 59 ausgebildeten Substrats mit einem Trägersubstrat 60 herstellen, wie in Fig. 4 dargestellt.

Im Unterschied zu den in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Verbindungen wird bei der thermischen Verbindung zwischen dem Chip 59 und dem Trägersubstrat 60 unter Einsatz der in den Fig. 1, 2 oder 3 dargestellten Vorrichtungen zwischen dem Chip 59 und dem Trägersubstrat 60 ein Klebstofffilm 61 angeordnet, der die Stabilität des Verbundes von Chip 59 und Trägersubstrat 60 erhöht. Der in Fig. 4 dargestellte Klebstofffilm 61 kann bereits vor Herstellung der Verbindung auf einem der beiden Substrate 59 oder 60, oder wie dargestellt als separate Komponente zwischen den Substraten 59, 60 angeordnet werden. Je nachdem ob es sich bei dem Klebstofffilm 61 um ein elektrisch nicht leitendes oder leitendes Material handelt, kann vor Herstellung der thermischen Verbindung mittels der Laserverbindungsseinrichtung durch die Andruckeinrichtung 14 und die Gegenhalteeinrichtung 15 ein unmittelbarer Kontakt zwischen Anschlüssen 62 des Chips 59 und Anschlüssen 63 des Trägersubstrats 60 unter Verdrängung des zwischenliegend angeordneten Klebstofffilms 61 oder ein über den Klebstofffilm 61 ermöglichter mittelbarer Kontakt zwischen den Anschlüssen 62 des Chips 59 und den Anschlüssen 63 des Trägersubstrats 60 hergestellt werden.

Je nach Ausführung der elektrisch leitenden Verbindung zwischen den Anschlüssen 62, 63 kann die Laserverbindungsseinrichtung zum Löten, zur Herstellung einer Klebefixierung vor Aushärtung einer Klebeverbindung oder unterstützt durch die Andruckeinrichtung auch zur Herstellung einer Thermokompressions-Verbindung eingesetzt werden. Neben der Herstellung der thermischen Verbindung zwischen den jeweiligen Kontaktpartnern kann die Laserverbindungsseinrichtung zur Aushärtung des Klebstoffs verwendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur thermischen Verbindung von in einer Überdeckungslage angeordneten Anschlußflächen zweier Substrate, wobei zumindest ein Substrat transparent ausgebildet ist, und eine Beaufschlagung der Anschlußflächen mit Laserenergie von einer Rückseite des transparenten Substrats her erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß jede der zwischen zwei Anschlußflächen (19, 20; 62, 63) der gegenüberliegenden Substrate (17, 18; 59, 60) ausgebildeten Kontaktpaarungen (37) separat mit Laserenergie beaufschlagt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die von einer Laseremissionseinrichtung (11) emittierte Laserstrahlung (27) in einem Strahlengang (28) über eine erste Schwenkspiegeleinrichtung (29) auf eine zweite Schwenkspiegeleinrichtung (30) und von der zweiten Schwenkspiegeleinrichtung auf eine Kontaktpaarung (37) umgelenkt wird.
3. Verfahren zur thermischen Verbindung von in einer Überdeckungslage angeordneten Anschlußflächen

zweier Substrate, wobei zumindest ein Substrat transparent ausgebildet ist, und eine Beaufschlagung der Anschlußflächen mit Laserenergie von einer Rückseite des transparenten Substrats her erfolgt, insbesondere nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet daß die Anschlußflächen (19, 20; 62, 63) der Substrate (17, 18; 59, 60) mittels einer auf die Substrate wirkenden Andruckeinrichtung (14, 50) gegeneinander gedrückt werden, wobei zwischen einer transparenten Krafteinleitungseinrichtung (51) der Andruckeinrichtung und einer Rückseite (26) eines Substrats (18) ein transparentes, inkompressibles und verformbares Volumen (52) angeordnet ist.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im 15 Strahlengang (28) zwischen der Laseremissionseinrichtung (11) und der Kontaktpaarung (37) eine Fokussierungseinrichtung (39) in Abhängigkeit von Winkelbewegungen einer Schwenkspiegeleinrichtung (29, 30) axial verfahren wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kontrolle der Fokussierung der Laserstrahlung (27) auf die jeweilige Kontaktpaarung (37) eine Messung der von der Kontaktpaarung emittierten Infrarot-Strahlung 25 (45) erfolgt

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kontrolle der Fokussierung der Laserstrahlung (27) auf die jeweilige Kontaktpaarung (37) eine optische Überwachung der 30 Kontaktpaarung mittels einer Kameraeinrichtung (49) erfolgt, wozu eine Auskopplung des sichtbaren Lichts aus dem Strahlengang (28) der Laserstrahlung (27) erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet daß zur Kontrolle der in der Kontaktpaarung (37) effektiven Laserleistung eine Überwachung der Kontaktpaarung (37) mittels der Kameraeinrichtung (49) und eine Messung der von dieser Kontaktpaarung emittierten Infrarot-Strahlung (45) erfolgt. 40

8. Vorrichtung zur Herstellung einer thermischen Verbindung von in einer Überdeckungslage angeordneten Anschlußflächen zweier Substrate, wobei zumindest ein Substrat transparent ausgebildet ist, und eine Beaufschlagung der Anschlußflächen mit Laserenergie 45 von einer Rückseite des transparenten Substrats her erfolgt, aufweisend eine Laseremissionseinrichtung zur Emission von Strahlungsenergie und eine Strahlungsübertragungseinrichtung zur Übertragung der Strahlungsenergie von der Laseremissionseinrichtung auf 50 eine Kontaktpaarung von Anschlußflächen, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungsübertragungseinrichtung (12) zur Ausbildung eines zumindest zweifach umgelenkten Strahlengangs (28) von der Laseremissionseinrichtung (11) zur Kontaktpaarung (37) eine erste 55 und eine zweite Schwenkspiegeleinrichtung (29, 30) aufweist.

9. Vorrichtung insbesondere nach Anspruch 8, zur Herstellung einer thermischen Verbindung von in einer Überdeckungslage angeordneten Anschlußflächen 60 zweier Substrate, wobei zumindest ein Substrat transparent ausgebildet ist und eine Beaufschlagung der Anschlußflächen mit Laserenergie von einer Rückseite des transparenten Substrats her erfolgt, aufweisend eine Laseremissionseinrichtung zur Emission von 65 Strahlungsenergie und eine Strahlungsübertragungseinrichtung zur Übertragung der Strahlungsenergie von der Laseremissions-

einrichtung auf eine Kontaktpaarung von Anschlußflächen, gekennzeichnet durch eine auf die Substrate (17, 18) wirkende Andruckeinrichtung (14, 50) mit zumindest einer transparenten Krafteinleitungseinrichtung (51), wobei die Krafteinleitungseinrichtung zumindest im Kontaktbereich zur Rückseite (26) des Substrats (18) mit einem transparenten, inkompressiblen und verformbaren Volumen (52) versehen ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung des transparenten, inkompressiblen und verformbaren Volumens (52) die Krafteinleitungseinrichtung (51) mit einer Lage aus Kunststoff belegt ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Volumen (52) quer zur Andruckeinrichtung (50) mit einer Verformungsbegrenzungseinrichtung (54) versehen ist.

12. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang (28) zwischen der Laseremissionseinrichtung (11) und der Kontaktpaarung (37) eine axial im Strahlengang verscharbare Fokussierungseinrichtung (39) angeordnet ist.

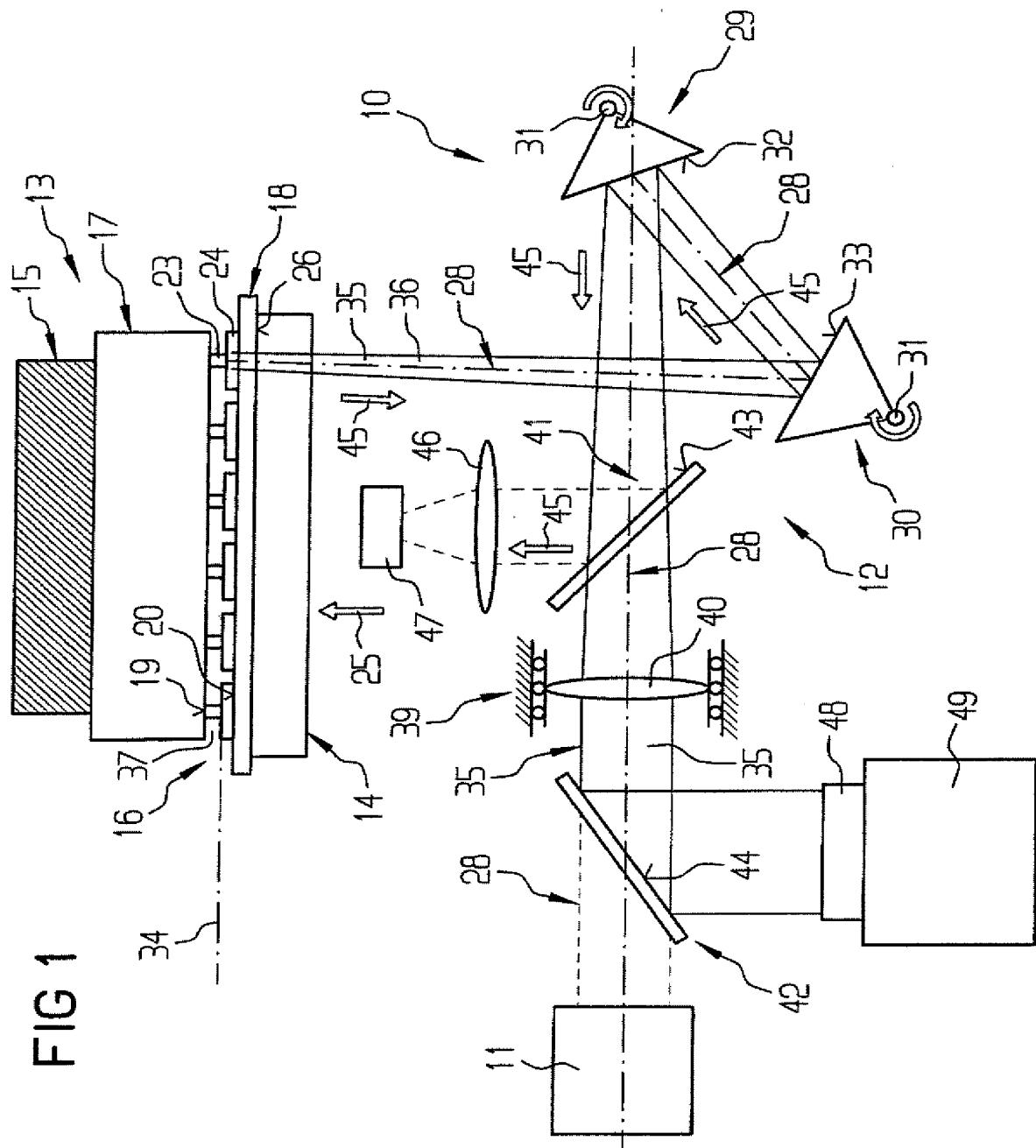
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokussierungseinrichtung (39) im Strahlengang (28) zwischen der ersten Schwenkspiegeleinrichtung (29) und der Laseremissionseinrichtung (11) angeordnet ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Laseremissionseinrichtung (11) und der Fokussierungseinrichtung (39) eine Strahlungsauskopplungseinrichtung (42) im Strahlengang (28) angeordnet ist zur Auskopplung und Umlenkung des sichtbaren Lichts aus dem Strahlengang in eine Kameraeinrichtung (49).

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

1
FIG



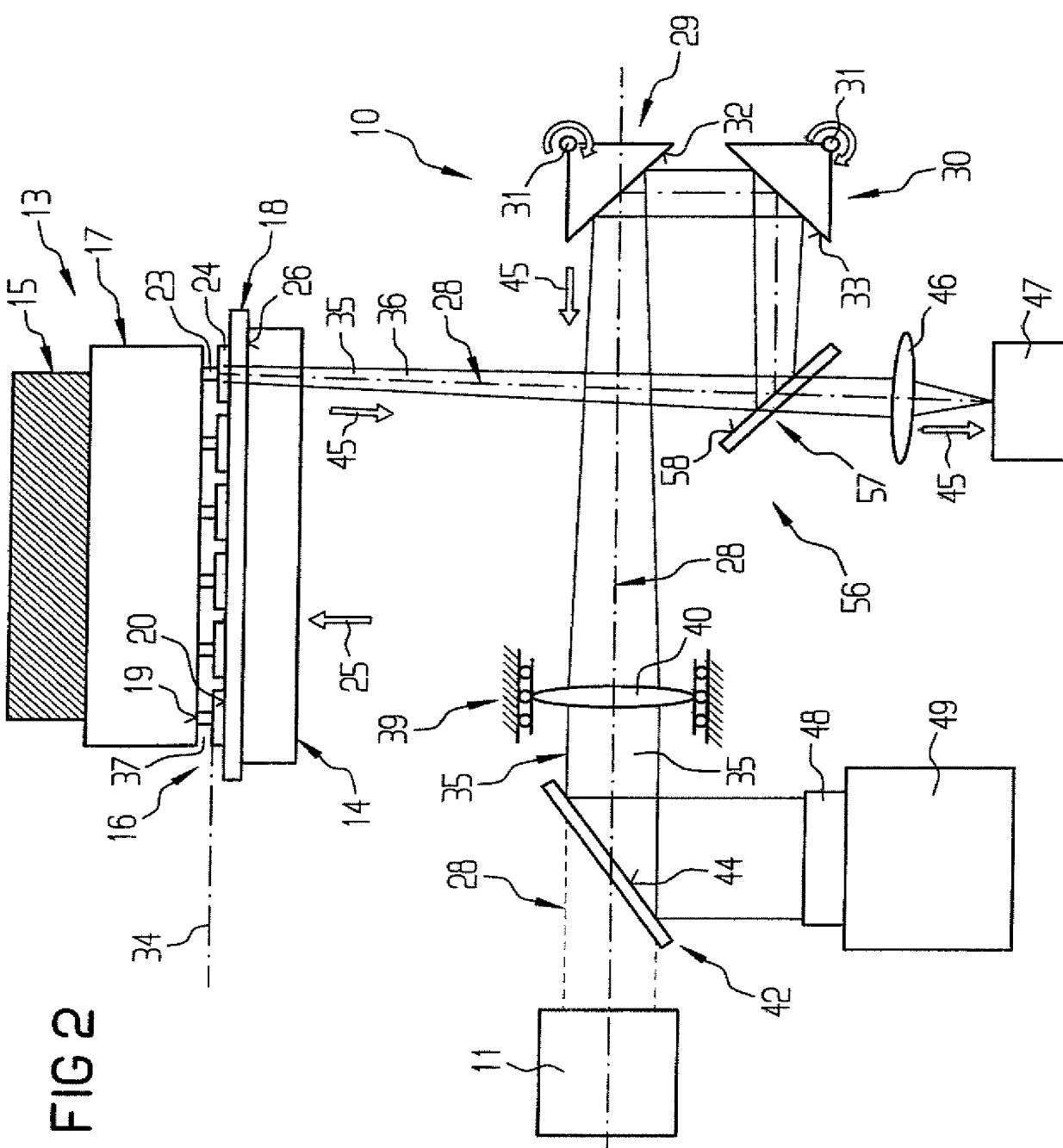


FIG 3

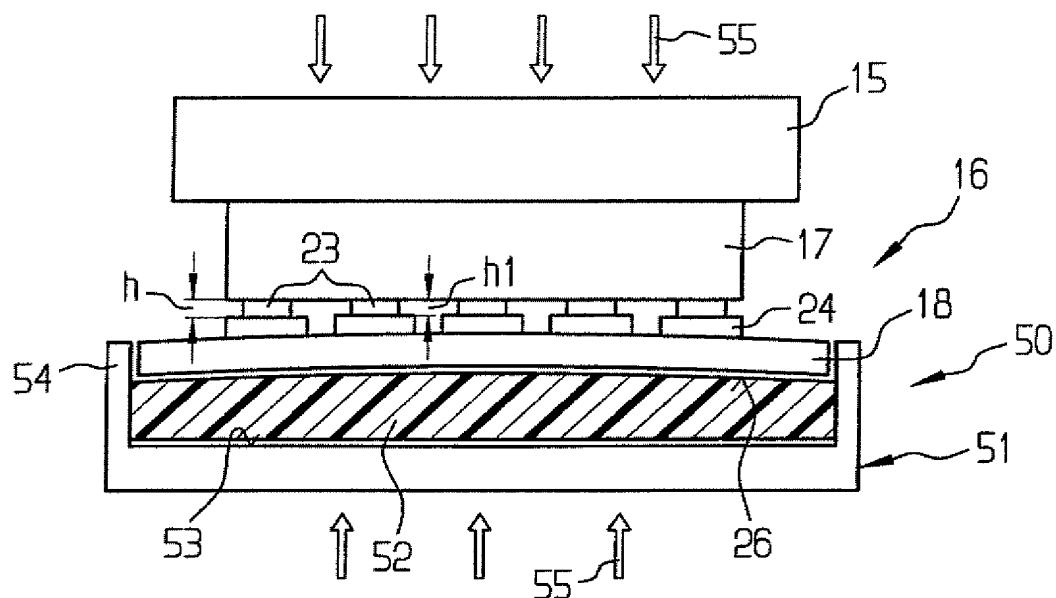


FIG 4

